

980267



Tielaitos

Kai Ranta-Pere

Pölynsidonta bitumiemulsiolla

Väliraportti pölynsidontakokeilusta bitumiemulsiolla mt 5516:lla Itä-Karttulassa ja
pt 16005:lla Vesannolla



Tielaitoksen
sisäisiä julkaisuja

1997

Kuopio 1997

Savo-Karjalan tiepiiri

08 TIEL/SK

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja
1997

Pölynsidonta bitumiemulsiolla

Väliraportti pölynsidontakokeilusta bitumiemulsiolla mt 5516:lla Itä-Kart-
tulassa ja pt 16005:lla Vesannolla

Tielaitos
Savo-Karjalan tiepiiri
Päällysteyksikkö

Kuopio 1997

RANTA-PERE, Kai: Pölynsidonta bitumiemulsiolla. Savo-Karjalan tiepiiri, Kuopio 1997. Päälystysyksikkö. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 1997, 35 s. + liitteet 7 s.

Asiasanat: Bitumiemulsio, pölynsidonta, soratie

Tiivistelmä

Tämä raportti käsittelee sorateiden pölynsidontaa bitumiemulsiolla. Raportti on ensimmäinen kolmivuotiseksi tarkoitettu projektista. Tutkimuksen edessä on tarkoitus vuosittain kirjoittaa seurantaraportit projektista, sekä projektin päättävä loppuraportti.

Projektia varten valittiin kaksi koetieosuutta, joiden yhteispituus on n. 3 km. Tutkimuksessa keskitytään tiestön seurantaan kenttäolosuhteissa. Seurantamenetelminä käytetään tiehallinnon mukaista kuntoluokitusta, sekä sovellettua Us Army Corps of Engineers'in menetelmää. Lisäksi kulutuskerroksesta otetaan seurannan aikana näytteitä bitumipitoisuuden kehittymisen selvittämiseksi.

Tutkimuksessa on mukana kaksi, ominaisuuksiltaan lähellä toisiaan olevaa emulsiota. Toinen, Bie-P1KOE, on Neste Oy:n tätä projektia varten kehittämä emulsio. Toisena emulsiona käytetään Neste Oy:n vakioemulsiota Bie-K0:aa. Emulsiot valittiin siten, että ensin koeteiden kulutuskerroksien rakeisuus määritettiin kuivaseulonnalla, jonka jälkeen näytteisiin lisättiin bitumiemulsiot ja ne kuivaseulottiin uudestaan. Hienoaineksen parhaiten sitova emulsio, Bie-P1KOE, valittiin tutkimuksessa käytettäväksi emulsioksi. Bie-K0 oli samalla menetelmällä tutkittuna paras vakiotuote, jonka johdosta se otettiin mukaan tutkimukseen.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää bitumiemulsion soveltuvuutta sorateiden pölynsidontaan. Tavoitteena on saada rakennetuksi kulutuskerros, jonka pölynsidontaominaisuudet ovat hyvät ja kestävät pitkään. Lisäksi sorateille asetettavien laatuvaatimusten tulisi täyttyä ja käsittelyn tulisi vähentää tien hoitokustannuksia. Tutkimuksessa kiinnitettiin huomiota myös käytettyihin seurantamenetelmiin ja niiden antamien tulosten oikeellisuuteen. Raportissa esitellään käytetyt työmenetelmät, työnkulku, seurantamenetelmät ja saadut tulokset, sekä analysoidaan niitä. Päähuomio kiinnitettiin sorateiden seurantaan ja siitä saatujen tulosten käsittelyyn.

Ensimmäisen kesän jälkeen parhaiten menestyivät 2 %:n sideainepitoisuudella tehdyt koeosuudet, jolloin emulsion menekki 10 cm käsittelysyvyydellä oli n. 7,3 kg/m². Jotta menetelmä olisi taloudellisesti kannattava, tulee käsittelysyvyys laskea n. 3 cm:iin. Vaikutusajan tulisi olla vähintään kolme vuotta. Lisäksi käsittelyn tulisi alentaa tien hoitokustannuksia. Käytettäviä työmenetelmiä tulisi kehittää edelleen. Myös bitumiemulsion kehitystyön tulisi jatkua sen ominaisuuksien parantamiseksi.

Alkusanat

Tässä tutkimuksessa käsitellään soratien kulutuskerroksen pölynsidontaa bitumiemulsiolla. Tutkimus on jatkoa tielaitoksen aiemmin toteuttamille tutkimuksille samasta aiheesta. Nämä aiemmat tutkimukset ja niistä saadut tulokset ovat olleet pohjana tämän tutkimuksen tutkimus- ja seurantajärjestelmää rakennettaessa.

Tutkimukseen valitut koeosuudet sijaitsevat Suonenjoen tiemestaripiirin alueella. Tutkimuksessa käytetyn bitumiemulsion toimitti Neste Oy, joka myös suoritti emulsion osalta tarvittavat laboratoriokokeet. Muut laboratoriokokeet teki Savo-Karjalan tiepiiri.

Tämä raportti on tutkimuksen ensimmäinen väliraportti. Tässä raportissa kuvataan käytetyt työ- ja seurantamenetelmät. Lisäksi raportissa esitetään ja analysoidaan kesän 1997 aikana saatuja tuloksia. Seuranta on tarkoitettu jatkaa kolmen vuoden ajan ja tutkimuksesta tehdään vuosittain väliraportti, sekä tutkimuksen päättävä loppuraportti.

Tämän tutkimuksen työryhmän muodostavat:

Raimo Ledentsä	Savo-Karjalan tiepiiri/Urakointi, projektin vetäjä
Asko Pöyhönen	Savo-Karjalan tiepiiri/Tiehallinto, projektin valvoja
Kalevi Toikkanen	Tielaitos/ tie- ja liikennetekniikka
Lasse Lähteenmäki	Hämeen tiepiiri (Hämeen kokeilukohteen osalta)
Clas Nyberg	Neste Oy
Kari Hurtig	Neste Oy
Timo Väisänen	Suonenjoen tiemestari
Juha Rokkila	Savo-Karjalan tiepiiri, työn valvoja
Kai Ranta-Pere	Savo-Karjalan tiepiiri, tutkimussihteeri

Kuopiossa 1997

Sisällys

Tiivistelmä

Alkusanat

Sisällysluettelo 1

1 Johdanto 2

1.1 Sorateiden pölynsidonta 21.2 Tutkimusmenetelmät 21.3 Tavoitteet ja rajaukset 42 Käytetyt materiaalit ja työmenetelmät 5

2.1 Materiaalit 52.2 Työmenetelmät 63 Työnkulku 8

3.1 Mt 5516, Pihkainmäki - Itä-Karttula 83.2 Pt 16005, Pohjainvesi 93.3 Työmenetelmästä 114 Teiden seurantamenetelmät 12

4.1 Tielaitoksen mukainen kuntoluokitus 124.2 Sovellettu US Army Corps of Engineers'in mukainen luokitus 134.3 Sääolosuhteet 154.4 Kulutuskerroksen rakeisuus ja bitumipitoisuus 165 Kesän 1997 tulosten tarkastelu 19

5.1 Laboratoriokokeet 195.2 Kuntoluokka-seuranta 195.3 Yhteenveto kesän 1997 tuloksista 225.4 Kustannuksista 336 Päätelmät 34

Lähdeluettelo 35

Liitteet

1 Johdanto

1.1 Sorateiden pölynsidonta

Sorateiden pölynsidonta on Suomessa perinteisesti suoritettu kalsiumkloridilla (CaCl_2). Suomessa kalsiumkloridia käytettiin pölynsidontaan vuonna 1994 yhteensä 42000 tonnia. Muita joko kokeiltuja tai käytössä olevia pölynsidontamateriaaleja ovat mm. sulfiittilipeä, kipsi, merivesi, EA-suola ja magnesiumkloridi (MgCl_2).

Kalsiumkloridin pölynsidontaominaisuudet ovat kuitenkin varsin lyhytaikaiset. Epäedullisissa olosuhteissa joudutaan pölynsidonta suorittamaan kaksi, jopa kolme kertaa kesässä. Tämän vuoksi sorateiden pölynsidontaan etsitään jatkuvasti muita, kalsiumkloridin korvaavia, tuotteita. Lisäksi kalsiumkloridin käyttö lisää ympäristön kloridikuormitusta, joka on myös osaltaan lisännyt kiinnostusta korvaavia tuotteita kohtaan.

Yhdeksi ratkaisuksi pölynsidontaan on kokeiltu eri viskositeetin omaavia bitumiemulsioita. Idea on lähtöisin Ruotsista, jossa ensimmäiset kokeet suoritettiin v.1988. Laajemmalti emulsiota on käytetty Gotlannissa, jossa v.1993 käsiteltiin n. 1200 km sorateitä.

Ruotsalaisten kokemukset emulsion käytöstä ovat rohkaisseet myös suomalaisia kokeiluihin. Suomessa ensimmäiset kokeet toteutettiin v.1993 Turun tiepiirin alueella. Tämän jälkeen kokeita on jatkettu lähinnä Etelä-Suomessa vuosien 1994-1996 aikana.

Bitumiemulsion kertakustannukset pölynsidonnassa ovat moninkertaiset verrattuna suolalla suoritettuun pölynsidontaan. Tästä johtuen bitumiemulsiolla suoritettuna tulisi kestää huomattavasti pidempään ja menetelmän tulisi alentaa tien kunnossapitokustannuksia, jotta menetelmä olisi vertailukelpoinen suolauksen kanssa.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusta varten valittiin koeosuudet sorateilta mt 5516 Pihkainmäki - Itä-Karttula ja pt 16005 Pohjainves (liite 5)i. Koeosuuksien yhteenlaskettu pituus on n. 2,8 km. Teiden kulutuskerrokset rakennettiin uudelleen ja stabiiloitiin bitumiemulsiolla. Koeosuuden mt 5516 kesän keskimääräinen liikennemäärä (KKVL) on noin 320 ajoneuvoa/vrk ja osuuden pt 16005 noin 50 ajoneuvoa/vrk.

Tutkimuskohteiksi valituilta tieosuuksilta otettiin ennen työn alkua kulutuskerroksista näytteet rakeisuuden selvittämiseksi. Laboratoriotestien pyrittiin löytämään näille rakeisuuksille parhaiten soveltuva emulsio. Emulsion kehitystyön suoritti Neste Oy. Testeissä määritettiin murskeen rakeisuus ennen ja jälkeen bitumiemulsion lisäämistä. Näin päädyttiin tutkimuksessa käytettyyn emulsioon Bie-P1KOE. Lisäksi Pihkainmäki - Itä-Karttula osuudella käytettiin emulsiota Bie-K0.

Teiden kuntoluokitus tehtiin jokaisesta eri sideainetyypillä ja -suhteella rakennetusta tieosuudesta. Näin kuntoluokiteltavia koeosuuksia on kaikenkaikkiaan 9 kpl. Lisäksi seurattiin kummallekin koetiellet valittuja vertailuosuuksia.

Vertailukohteiksi valittiin liikennemääriltään ja olosuhteiltaan koeosuuksia vastaavat tieosuudet. Referenssikohteissa pölynsidonta suoritettiin perinteisesti sekoitussuolauksena kalsiumkloridilla (CaCl_2). Koeteiden vertailuosuudet sijaitsevat samoilla teillä kuin koeosuudetkin. Mt 5516:lla vertailuosuus on paaluvälillä 4965 - 5365 (400 m). Siellä pölynsidonta tehtiin 19.5.1997. Pt 16005:llä vertailuosuus sijaitsee paaluvälillä 2162 - 2732 (600 m) ja pölynsidonta tällä osalla tapahtui 15.5.1997.

Bitumipitoisuuden kehittymisen selvittämiseksi otetaan koeosuuksilta kesän 1997 aikana kolme näytettä/kohde. Näytteistä yksi otetaan rakennusvaiheessa, yksi heinäkuussa ja yksi ennen syyskunnostusta.

Tieosuuksilla suoritettavat hoito- ja kunnostustoimenpiteet kirjattiin muistiin. Näin voidaan tarkastella bitumiemulsiolla suoritettun pölynsidonnan vaikutusta tien kunnossapitoon.

Seurantaa on tarkoitus jatkaa kolmen vuoden ajan. Mikäli seuranta havaitaan jonkun osuuden kohdalta hyödyttömäksi ennen tätä, niin seuranta voidaan tältä osin lopettaa.

1.3 Tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää bitumiemulsion soveltuvuutta soratien pölynsidontaan. Tarkoituksena on saada rakennetuksi hyvin työstettävyytensä säilyttävä ja soratielle asetettavat laatuvaatimukset täyttävä kulutuskerros. Pölynsidontaominaisuuksien ja muokattavuuden tulisi säilyä useamman vuoden.

Tutkimuksen toteutuksessa käytettiin hyväksi aikaisempia bitumiemulsiolla suoritettujen tutkimusten tuloksia. Aikaisemmin suoritetuissa tutkimuksissa suurimmiksi ongelmiksi muodostuivat:

- käsitelty pinta muodosti päällysteen (työstettävyyys)
- reikiintyminen
- bitumiemulsion huono sekoittuminen
- tarvittavan käsittelysyvyyden saavuttaminen.

Tutkimus rajataan koskemaan nimenomaan kulutuskerrosta. Mahdolliset muut esim. routimisesta johtuvat vauriot pyritään ottamaan huomioon tutkimustuloksia analysoitaessa.

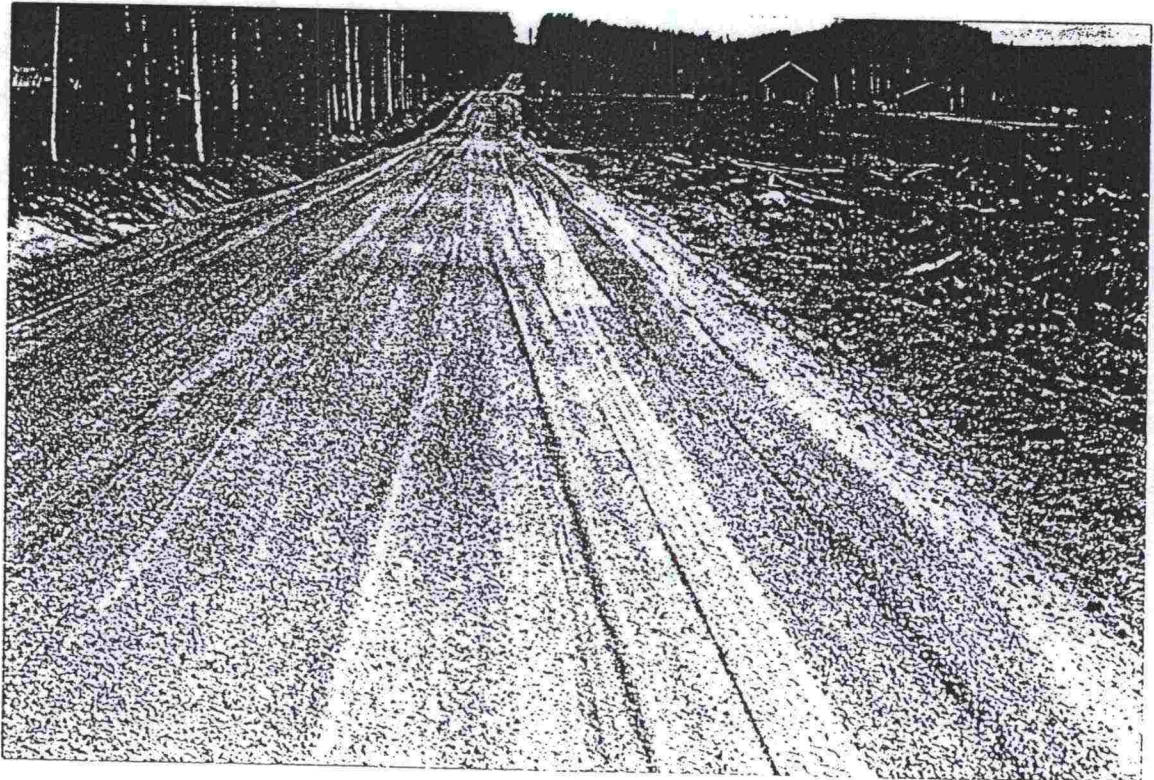
2.2 Työmenetelmät

Ennen kulutuskerroksien emulsiokäsittelyä koeteiden kulutuskerrokset harattiin ja kivet >50 mm poistettiin. Tämän jälkeen teille lisättiin mursketta (SrM 16 mm) ja tiet oikaistiin muotoonsa. Työssä käytettiin tiehöylää tien pintakerroksen avaamiseen ja käsitellyn tien tasaamiseen, traktoria ja sen perään asennettua kivipaimuria haraukseen sekä kevyttä kuorma-autoa kivien poiskuljetukseen. Kuvassa 2 on kulutuskerroksen rakentamista varten esityöstetty tie.

Tämän jälkeen suoritettiin varsinainen pölynsidonta. Kulutuskerroksen rakentaminen tehtiin ajokaista kerrallaan. Käsittely tehtiin kuvassa 3 olevaa RoadMix-konetta. Koneen max. käsittelyleveys on 4,5 m. Koneella päästään jopa 15 cm käsittelysyvyyteen, eikä kulutuskerroksen kosteudella/tiiveydellä ole vaikutusta käsittelysyvyyteen. Kuitenkin suuret >100 mm kivet on ennen työstöä poistettava. Liitteessä 4 on teknistä tietoa RoadMix-koneesta.

Bitumiemulsion sekoittaminen kulutuskerrosmateriaaliin tehtiin koneessa. Sekoittaminen tapahtui sekä vaaka- että pystysuuntaan. Näin päästiin aikaisempiin menetelmiin verrattuna hyvin sekoittuneeseen ja tasalaatuiseen kulutuskerrokseen. Käsittelynopeus oli n.10 m/min.

Kulutuskerroksen levityksen jälkeen pinta tiivistettiin kertaalleen täräjäjyrällä (VTJ10) ilman tärä. Tiivistäminen aloitettiin n. 20 min levityksen jälkeen. Emulsion lämpötila stabiloinnissa oli n. 60 °C.



Kuva 2: Bitumiemulsiolla tapahtuvaa pölynsidontaa varten esityöstetty tie.

3. Työnkulku

3.1 Mt 5516, Pihkainmäki - Itä-Karttula, (liite 5)

Kulutuskerroksen haraus suoritettiin tiehöylällä 2.6.1997 (tavoitesyvyys 10 cm toteutunut 5-10 cm). Harauksen suorittamisessa ei ollut mainittavia ongelmia ja harauksella saatiin suuret >50 mm kivet pääosin poistettua.

Tielle ajettiin kauttaaltaan n. 5 cm lisämursketta johtuen kulutuskerroksen vähäisestä vahvuudesta. Tämän jälkeen tie oikaistiin höylällä oikeaan muotoonsa. Oikaisu tehtiin vielä uudelleen ennen pölynsidontan aloittamista tiehen ilmestyneiden epätasaisuuksien johdosta.

Pölynsidontatyö alkoi 4.6.1997 klo 6.30 ja lopetettiin klo 15.30. Työ aloitettiin Itä-Karttulan päästä (pl 6754). Ensin käsiteltiin tien oikea puoli (Pihkainmäen suunnasta katsoen). Käsittelyleveys oikean puoleisella kaistalla oli 3,1 m. Tavoiteltu käsittelysyvyys koko koeosuudella oli 10 cm tiivistyksen jälkeen. Koko oikea kaista stabiloitiin bitumiemulsio Bie-K0:lla. Kuvassa 4 on näytetty käynnissä olevaa pölynsidontaa.



Kuva 4: Kulutuskerroksen pölynsidontaa bitumiemulsiolla.

Ensimmäisen osuuden (pl 6754 - 6417) jäännösbitumin tavoitearvo oli 1%. Osuuden alussa n. 50 m matkalla käsittelysyvyys oli n. 5 cm, jonka jälkeen käsittelysyvyyttä lisättiin siten, että osuuden puolivälissä (pl 6603) käsittelysyvyys oli tavoiteltu 10 cm. Seuraavalla osuudella (pl 6417 - 6075) jäännösbitumin tavoitearvo oli 1,5 %. Tällä osuudella käsittelysyvyys (pl 6300) oli 11,5 cm. Viimeisellä oikeanpuoleisella osuudella (pl 6075 - 5833)

10 cm käsittelysyvyyteen. Seuraavalla osuudella (pl 1062 - 1462, 400 m) jäännösbitumin tavoitearvo oli 1,5 %. Tällä osuudella käsittelysyvyys (pl 1262) oli 9,0 cm. Viimeisellä vasemman puoleisella osuudella (pl 1462 - 1807, 345 m) jäännösbitumin tavoitearvo oli 2 %. Käsittelysyvyys (pl 1612) oli 10,0 cm.

Alussa (pl 0062 - 0082) koneella oli sideaineen syöttöhäiriö. Ensimmäisen osuuden loppupuolella (pl 0860) tien vasen laita oli erittäin pehmeä, jolloin käsittelysyvyys nousi tien laidassa 20 cm:iin (kuva 5). Kohta käsiteltiin bitumiemulsiolla, jonka jälkeen tiivistettiin ja kaksi tuntia tämän jälkeen höylättiin.



Kuva 5: Pehmeä tienreuna Pohjainvedellä.

Tien oikeanpuoleisen kaistan rakentaminen aloitettiin tieosuuden toisesta päästä (pl 1807). Jäännösbitumin tavoitearvot olivat samat kuin vasemmanpuoleisellakin kaistalla. Käsittelysyvyydet olivat 7,5 cm (pl 1612), 8,5 cm (pl 1262) ja 10,0 cm (pl 0562). Oikeanpuoleisen kaistan tavoiteltu käsittelyleveys oli 2,9 m, josta kuitenkin jouduttiin paikoitellen tinkimään tien kapeuden johdosta. Koneen voimakkaan kallistumisen johdosta ei paaluvälille 1742 - 1752 saatu sideainetta lainkaan. Oikean kaistan pölynsidonta lopetettiin paalulukemaan 0182, koska sideaine loppui.

Työ onnistui hyvin lukuunottamatta alkuosan tavoitellun käsittelysyvyyden alitusta. Bitumiemulsion menekki oli tällä koetiellä lähempänä tavoitearvoja kuin Itä-Karttulassa (mt 5516).

Pölynsidonnan jälkeen pinta tiivistettiin kertaalleen valssitäryjyrällä (VTJ10) ilman täryä. Emulsiota Bie-P1KOE käytettäessä voitiin tiivistäminen aloittaa

4. Teiden seurantamenetelmät

4.1 Tielaitoksen mukainen kuntoluokitus

Teitä seurattiin läpi kesän 1997 siten että viikottain tehtiin tielaitoksen mukainen soratien kuntoluokitus (kuntoluokituskortti n:o 743921). Arviointi suoritettiin kuitenkin normaalista poiketen siten että pölyävyys, kiinteys ja tasaisuus pisteytettiin jokainen erikseen. Ensimmäinen kuntoluokitus on viikolta 23 ja viimeinen viikolta 41. Tiehallituksen kuntoluokituksen laatuvaatimukset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 2: Kulutuskerroksen kuntoluokitus (Tvh 743921).

SORATEIDEN KULUTUSKERROKSEN KUNTOLUOKITUS	
Kuntoluokka 1:	Tien poikkileikkausmuoto on useista kohdista muuttunut. Pinta on epätasainen kuoppien, 'pyykkilaudan' ja purkautumien vuoksi. Tiellä on painumia ja kohoumia, joita ei voida väistää. Tie pölyää runsaasti. Tien pintaa on jatkuvasti tarkkailtava ja ajonopeutta useasti vaihdettava.
Kuntoluokka 2:	Tien poikkileikkausmuoto on jonkin verran voinut muuttua. Tien pinnassa on jonkin verran 'pyykkilautaa'. Paikoin voi olla varoitusmerkein osoitettavia painumia tai kohoumia. Tie pölyää kohtalaisesti. Ajonopeutta on joskus hiljennettävä ja epätasaisia kohtia varottava.
Kuntoluokka 3:	Tien pinta on yleensä säilyttänyt muotonsa ja on suurimmaksi osaksi tasainen ja kiinteä. Pienehköjä kuoppia ja muuta epätasaisuutta voi olla paikoitellen. Tie pölyää jonkin verran. Tiellä olevat kuopat ja muut epätasaisuudet voidaan väistää tai ne ovat sellaisia, ettei ajonopeutta tarvitse niiden vuoksi hiljentää. Ohittavaa tai vastaantulevaa ajoneuvoa väistettäessä sekä vastaavissa olosuhteissa saattaa ajoneuvonopeuden hiljentäminen tulla kysymykseen.
Kuntoluokka 4:	Tien pinta on yleensä säilyttänyt muotonsa ja on tasainen ja kiinteä. Muutamia pieniä erillisiä kuoppia voi siellä täällä esiintyä. Pölyämistä ei tiellä ole havaittavissa. Pinnan epätasaisuuden vuoksi ei ajonopeutta tarvitse hiljentää.
Kuntoluokka 5:	Tien pinta on säilyttänyt muotonsa ja on hyvin tasainen ja kiinteä. Pinnan mahdollisen epätasaisuus ei vaikuta ajomukavuuteen.

Taulukoissa 2 ja 3 on yhteenvetona esitetty kuntoluokituksen tulokset. Lisäksi taulukoissa on esitetty tieosuuksien kuntoluokat viikon 41 lopussa. Suluissa esitetyissä lukemissa on pölyävyys otettu arviointiin mukaan ainoastaan sellaisilta päiviltä, jolloin tie on ollut kuiva. Näin siksi, jotta pölynsidonnan todellinen vaikutus nousisi esiin. Seurantatulokset kesän 1997 osalta ovat liitteessä 1.

Jokaiselta tieosuudelta valittiin 50 m mittainen osuus, jolta luettiin kuopat (lkm, halkaisija, syvyys), sekä näiden osuuksien kolmasosapisteissä määritettiin tiestä urat (syvyys, leveys) ja irtosoran määrä (vahvuus, leveys). Lisäksi määritettiin tien pölyävyys. Näiden tekijöiden perusteella suoritettiin tien luokitus kolmiportaisen vaurioluokituksen mukaisesti. Luokat ovat L (Low), M (medium) ja H (high) eli luokka L on vähiten vaurioitunut ja siten paras ja H eniten vaurioitunut eli heikoin kuntoluokka.

Urien osalta luokitus tapahtui seuraavasti:

- urasyvyys < 3 cm; LUOKKA L
- urasyvyys 3 - 8 cm; LUOKKA M
- urasyvyys > 8 cm; LUOKKA H.

Pölyävyyden mukaan tien luokitus tapahtui ajossa muodostuvan pölypilven korkeuden mukaan seuraavasti:

- pölyävyys < 1.0 m, hyvä näkyvyys; LUOKKA L
- pölyävyys 1.0 - 1.8 m, häiritsee näkyvyyttä LUOKKA M
- pölyävyys > 1.8 m, heikko näkyvyys LUOKKA H

Irtosoran osalta luokitus perustui soramaton vahvuuteen ja leveyteen ajourien ulkopuolella. Luokitus tapahtui allaolevan taulukon 6 mukaisesti.

Taulukko 6: Irtosoran luokitustaulukko.

Soramaton vahvuus	Soramaton leveys			
	< 50 cm	50 - 90 cm	90 - 130 cm	> 130 cm
5 - 20 mm	L	L	M	M
20 - 50 mm	L	M	H	H
> 50 mm	M	M	H	H

Kuoppien osalta luokituksessa huomioitiin sekä kuopan syvyys, että läpimitta. Luokitus tehtiin seuraavan taulukon 7 mukaisesti.

Taulukko 7: Kuoppien luokitustaulukko.

Kuopan syvyys	Kuopan läpimitta			
	< 30 cm	30 - 60 cm	60 - 90 cm	> 90 cm
10 - 20 mm	L	L	M	M
20 - 50 mm	L	M	H	H
> 50 mm	M	M	H	H

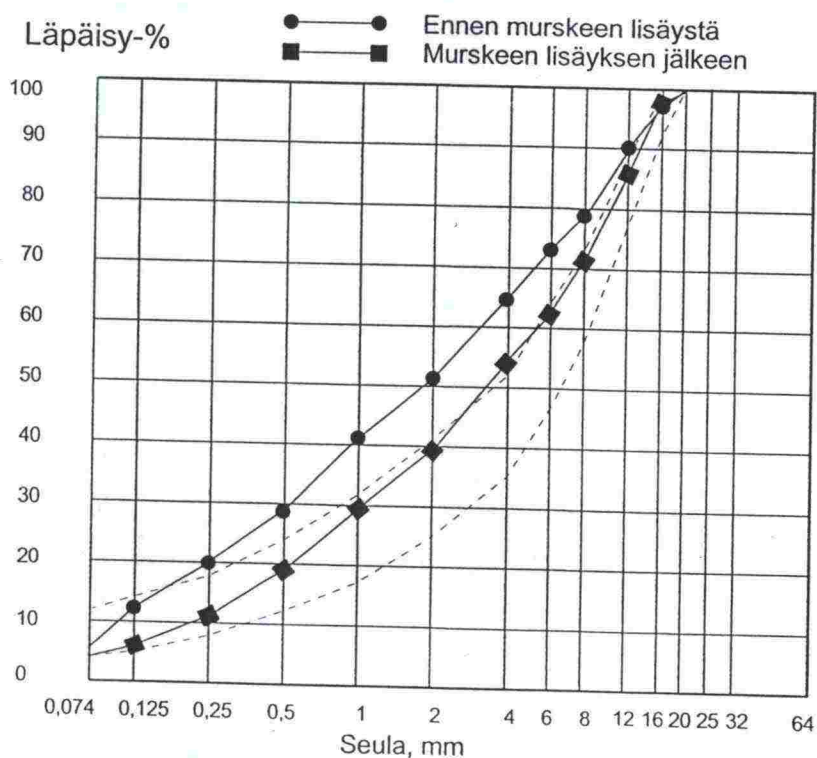
Jokaiselle vauriotekijälle määritettiin erikseen kuntoindeksiä alentava arvonalennus. Arvonalennus määräytyi vaurioluokan ja sen suhteellisen esiintymän mukaan. Mikäli osuudella esiintyi eri vaurioluokkia, määritettiin jokaisen vaurioluokan suhteellinen esiintymä ja arvonalennus erikseen. Pölyävyys määritettiin aina yhteen vaurioluokkaan ja sen arvonalennus oli luokassa L 2, luokassa M 5 ja luokassa H 15. Muiden tekijöiden arvonalennukset saatiin arvonalennuskäyrästä, jotka on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 10: Seuranta-ajanjaksojen sademäärät ja lämpötilat.

	RISSALA		VESANTO	
	Sademäärä, mm (normaaliarvo)	Lämpötila, °C (normaaliarvo)	Sademäärä, mm (normaaliarvo)	Lämpötila, °C (normaaliarvo)
Kesä- kuu	32 (56)	16,3 (14,6)	54 (56)	15,2 (13,7)
Heinä- kuu	49 (66)	19,5 (16,8)	123,6 (73)	17,8 (15,5)
Elo- kuu	15,5 (79)	17,4 (14,5)	30,6 (93)	15,6 (13,2)

4.4 Kulutuskerroksen rakeisuus ja bitumipitoisuus

Kulutuskerrosmateriaalin rakeisuus vaikuttaa olennaisesti kulutuskerroksen kiinteyteen ja tätä kautta myös pölynsidontamateriaalin vaikutusajan pituuteen. Koeteiltä määritettiin kulutuskerroksien rakeisuudet ja koska teille jouduttiin lisäämään mursketta, otettiin teiltä näytteet vielä murskeen lisäämisen jälkeen. Kuvissa seitsemän ja kahdeksan on esitetty koeteiden rakeisuuskäyrät ennen ja jälkeen murskeen lisäyksen.

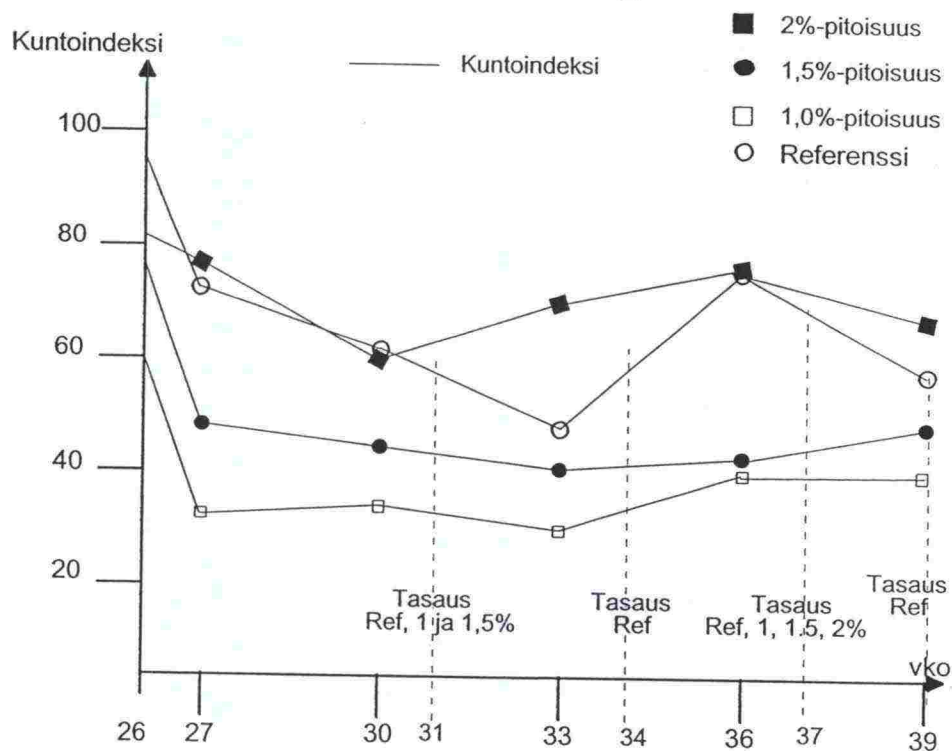


Kuva 7: Mt 5516, Pihkainmäki - Itä-Karttula, rakeisuuskäyrät.

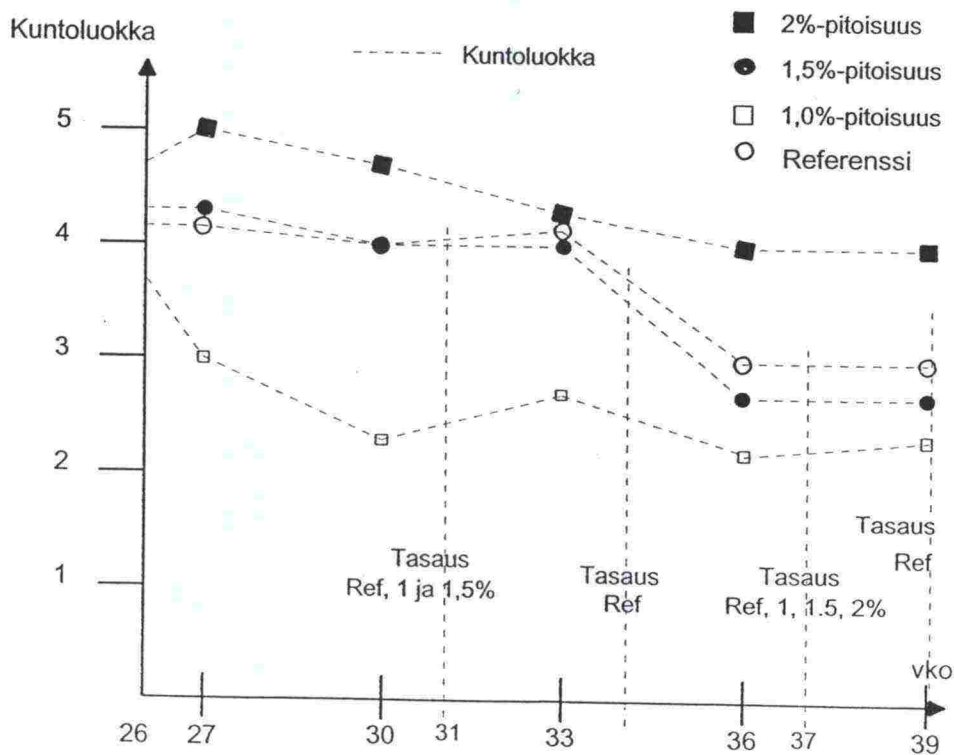
Jäännösbitumipitoisuudet ovat pääosin lähellä tavoitearvoja. Poikkeamat tavoitearvoista vaihtelevat 5-16 % välillä, ollen lähes poikkeuksetta ylityksiä. Bitumipitoisuuden oikea suuruusluokka kuitenkin saavutettiin koeosuuksilla. Ainoastaan Bie-P1KOE-bitumilla käsitellyillä 1,5 %-osuuksilla pitoisuudet poikkesivat ensimmäisten näytteiden perusteella huomattavan paljon tavoitteista. Erot olivat näillä osuuksilla 21 ja 28 %. Poikkeamat saattavat kuitenkin olla paikallisia ja voivat johtua myös tutkimusmenetelmästä sillä seuraavissa näytteissä erot olivat vain 4 ja 19 %.

Johtopäätös koko kesän osalta on, että bitumipitoisuudet pysyivät lähes muuttumattomina. Näillä koemäärillä ja tutkimusmenetelmillä ei tarkempia päätelmiä voi tehdä. Lisäksi viimeiset näytteet tutkittiin eri laboratoriossa kuin aikaisemmat, josta voi myös aiheutua virhettä. Toisaalta tarkemmat analyysit eivät ole tarpeenkaan, vaan tieto sideainemäärän suuruusluokasta ja sen kehitymisestä on riittävä.

Kuviin 9 - 12 on koottu eri menetelmien antamat tulokset Pohjainveden ja Itä-Karttulan osuuksilta.



Kuva 9: Itä-Karttulan osuuksien kuntoindeksit viikoilla 26-39.



Kuva 10: Itä-Karttulan osuuksien kuntoluokitukset viikoilla 26-39.

Lisäksi voidaan havaita referenssiosuuksien suhteellisen kuntotason paraminen kesän edetessä. Tämä johtuu referenssiosuuksille kesän aikana suoritetuista kunnossapitotoimenpiteistä.

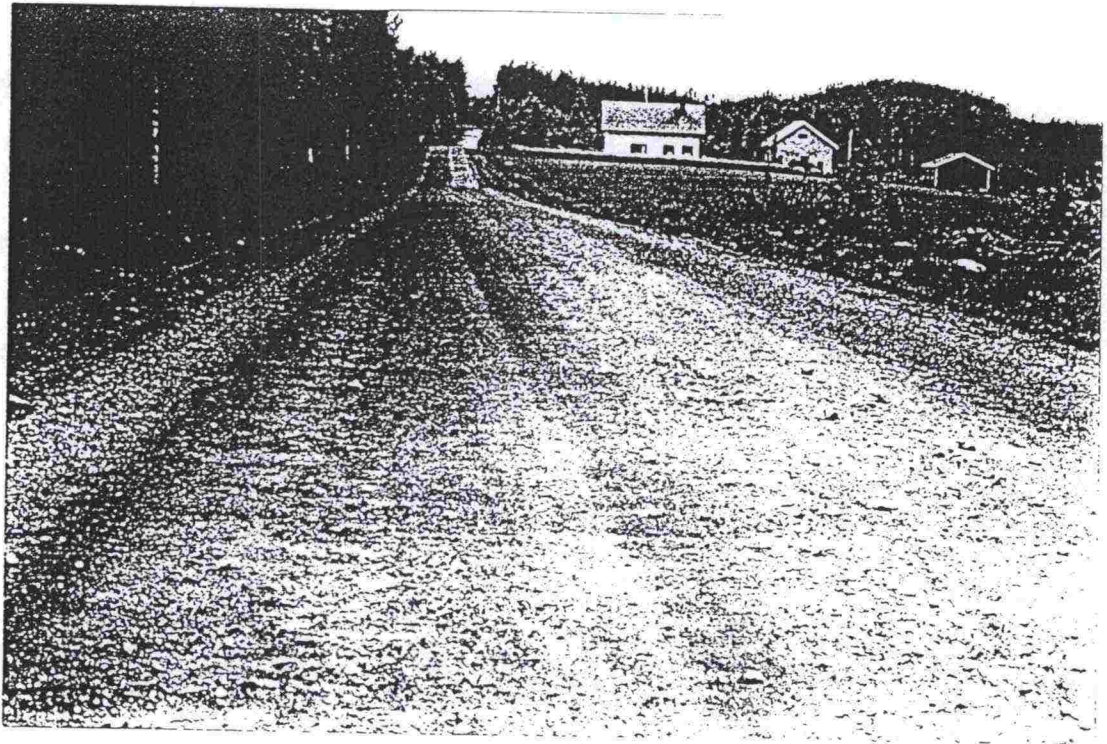
5.3 Yhteenveto kesän 1997 tuloksista ja tehdyistä kunnossapitotoimenpiteistä

Jo viikko pinnan käsittelyn jälkeen oli 1 %-osuuksilla havaittavissa pölyämistä. Kuukausi työn jälkeen Itä-Karttulan 1 %-osuudet alkoivat olla kunnostustarpeessa. Itä-Karttulan osuuksien nopea heikkeneminen Pohjainveden osuuksiin verrattuna selittyy huomattavasti korkeammalla liikennemäärällä (n. 6-kertainen).

Osuudet pölisivät huomattavasti enemmän kuin vertailuosuudet ja irtoainesta oli runsaasti. Bitumiemulsio ei sitonut hienoainesta riittävästi. Osuudet olivat tästä johtuen myös urautuneet voimakkaasti. Bitumiemulsioilla Bie-K0 ja Bie-P1KOE käsitellyillä osuuksilla ei ollut juurikaan eroa. Molemmat olivat yhtä heikkotasoisia. Kuvissa 13 ja 14 on esitetty molempien koeteiden 1,5 %-osuudet viikko käsittelyn jälkeen.



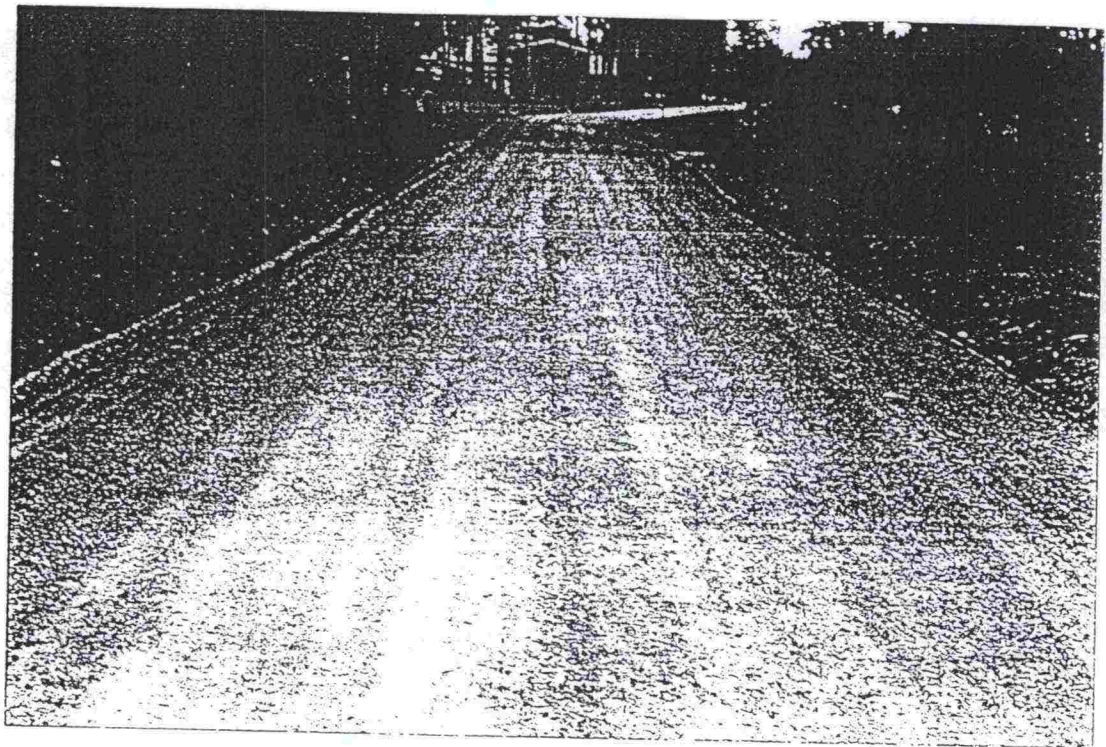
Kuva 13: Itä-Karttulan, mt 5516, 1,5%-osuus viikko käsittelystä. Kuntoluokka 4,7.



Kuva 15: Itä-Karttulan, mt 5516, 1%-osuus kaksi viikkoa käsittelystä. Kuntoluokka 3,6 ja kuntoindeksi 60.



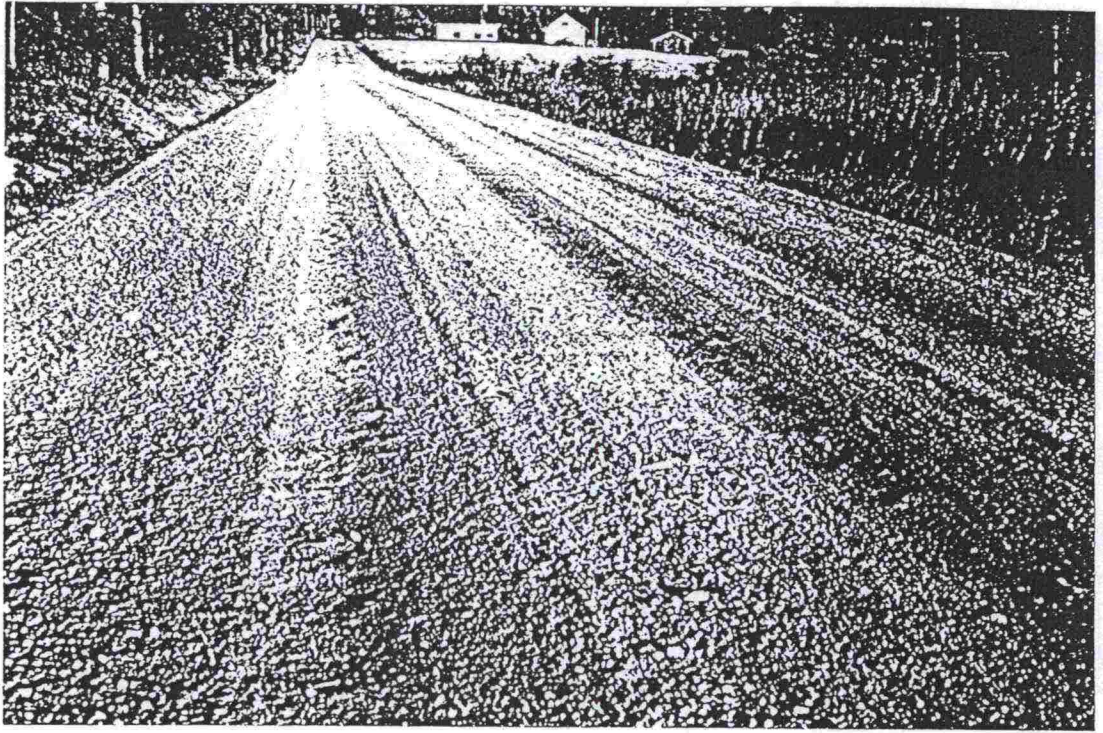
Kuva 16: Itä-Karttulan, mt 5516, 1,5 %-osuus kolme viikkoa käsittelystä. Kuntoluokka 4,3 ja kuntoindeksi 77.



Kuva 19: Pohjainveden, pt 16005, 1.5%-osuus kolme viikkoa käsittelystä. Kuntoluokka 4,7 ja kuntoindeksi 93.



Kuva 20: Pohjainveden, pt 16005, 2%-osuus kolme viikkoa käsittelystä. Kuntoluokka 5 ja kuntoindeksi 97.



Kuva 21: Itä-Karttulan, mt 5516, 1 %-tieosuus viikko tasaushöyläyksen jälkeen. Kuntoluokka 3.



Kuva 22: Itä-Karttulan, mt 5516,2 %-osuuden routaheittojen tasauskohta viikko höyläyksestä. Kuntoluokka 4,3.

Teiden kunnon nopeaan heikkenemiseen vaikutti elokuun tavanomaista kuivempi sää. Pohjainveden osuudet sitävästoin säilyttivät, kuivuudesta huolimatta, elokuun puoliväliin tultaessa kuntonsa. 1%- ja 1,5 %-osuuksien kunto jopa parani tiivistymisen johdosta.

Itä-Karttulan tieosuudet kunnostettiin jälleen 8.9.1997. Tällöin 1 %- ja 1,5 %-osuudet olivat heikentyneet erittäin huonoon kuntoon. Tiet olivat täysin purkautuneita ja näinollen erittäin karkeita. Myös 2 %-osuuden kunto oli laskenut selvästi. Tämä osuus oli myös reikiintynyt voimakkaasti. Myös Pohjainveden tieosuudet heikkenivät tasaisesti, mutta niillä ei vastaavanlaisia purkautumista ollut havaittavissa. Pohjainvedellä tasattiin 2 %-osuutta lukuunottamatta kaikki osuudet, myös referenssi, 18.9.1997.

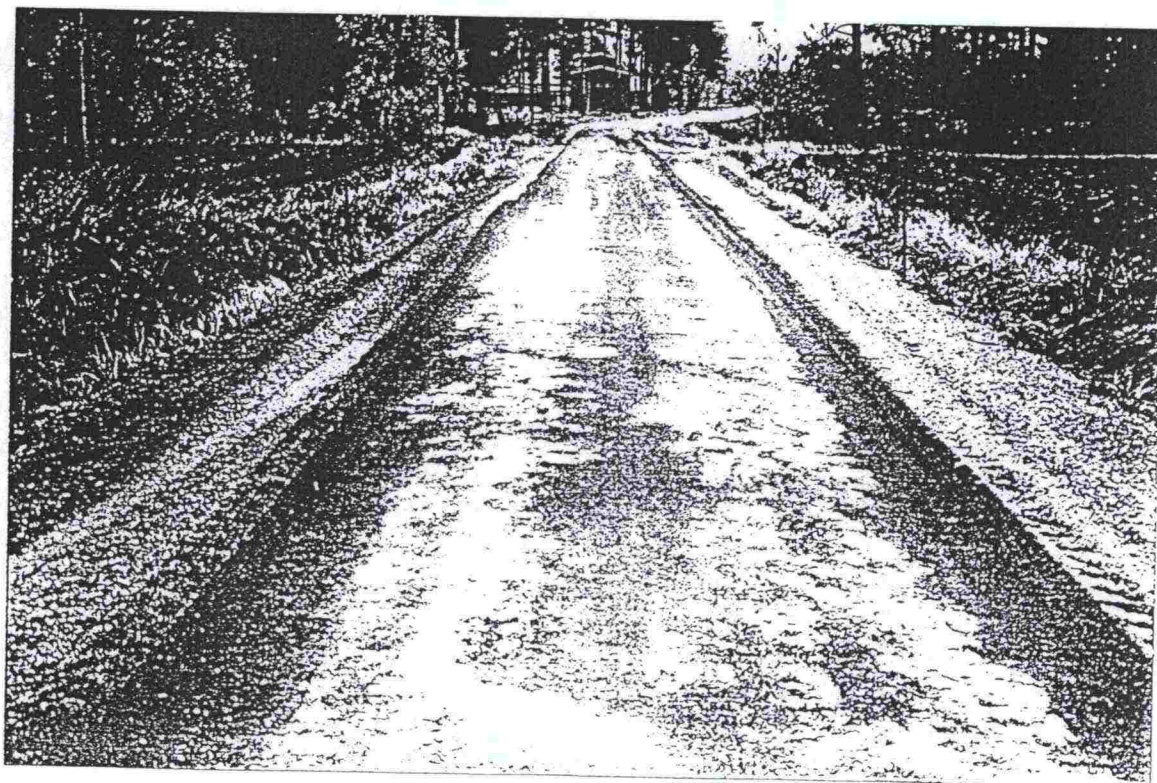
Seuranta suoritettiin viimeisen kerran viikolla 41. Tällöin Itä-Karttulan 1 %- ja 1,5 %-osuudet olivat hieman parantuneet sateen johdosta, mutta olivat kuitenkin toimenpiderajan alapuolella (kuntoluokka < 3). 2 %-osuus oli osittain hyväkuntoinen, mutta osin erittäin huonokuntoinen. Suurimpana ongelmana oli lisääntynyt reikiintyminen. Seurannan päättyessä oli parhaassa kunnossa referenssiosuus. Pohjainveden osuudet olivat sitävästoin säilyttäneet hyvän kuntonsa. Siellä 1 %- ja 1,5 %-osuudet vastasivat kunnoltaan referenssiosuutta, kuitenkin siten, että 1,5 %-osuus oli näistä paras ja 1% -osuus heikoin. 2 %-osuutta saattoi pitää jopa erittäin hyväkuntoisena. Se olikin koko seurannan paraskuntoisin osuus. Kuvissa 24 - 29 on esitetty koeosuudet viikolla 41, seurannan päättyessä.



Kuva 24: Itä-Karttulan 1%-osuus viikolla 41. Kuntoluokka 2,5.



Kuva 27: Pohjainveden 1%-osuus viikolla 41. Kuntoluokka 2,5.



Kuva 28: Pohjainveden 1,5%-osuus viikolla 41. Kuntoluokka 3.

6. Päätelmät

Tutkimuksessa käytetty työmenetelmä ei sovellu kustannuksiensa vuoksi käytettäväksi normaalissa soratien pölynsidonnassa. Tässä tutkimuksessa työmenetelmää käytettiin, jotta mahdolliset työstöstä aiheutuvat ongelmat saatiin minimoitua. Tässä mielessä menetelmä oli käyttökelpoinen.

Tämän kesän osalta parhaisiin tuloksiin päästiin 2 %-bitumipitoisuudella. Tosin Itä-Karttulassa oli tälläkin pitoisuudella ongelmia havaittavissa lähinnä reikiintymisen muodossa. 1 %- ja 1,5 % osuudet toimivat Pohjainvedellä tyydyttävästi. Sitävastoin kokemukset Itä-Karttulan vastaavilta osuuksilta eivät puolla näin pienten pitoisuuksien käyttöä. Näin ollen, mikäli kunnossa-pitotoimenpiteet eivät kasva paljoa, voi 1,5 %-pitoisuus olla riittävä pienillä liikennemäärillä (KKVL<100). Tämä selvinnee tutkimuksen aikana. Muutenkin menetelmän käyttöä teillä, joiden KKVL>200, tulee harkita.

Tällä hetkellä bitumiemulsiolla suoritettujen pölynsidonnan kustannukset ovat suuret. Menetelmä on kuitenkin uusi ja siten siitä löytyy paljon kehittämismahdollisuuksia. Työmenetelmien kehittämisellä on mahdollisuus alentaa huomattavasti kustannuksia. Mikäli menetelmä tulee yleistymään, tulevat myös materiaalikustannukset alenemaan. Kun löydetään toimiva, bitumiemulsiolla suoritettava pölynsidontamenetelmä, on se mahdollista saada myös taloudelliseksi. Lisäksi kunnossapitokustannukset näyttäisivät alenevan bitumikäsitellyillä teillä.

Myös ruotsalaisten kokemukset Gotlannissa suoritetuissa pitkäaikaisissa pölynsidontakokeiluissa bitumiemulsiolla ovat samansuuntaisia. Heidän kokemustensa mukaan bitumiemulsiolla suoritettu pölynsidonta on jo kolmen vuoden jaksossa suolalla suoritettua pölynsidontaa edullisempaa. Laskelmiensa mukaan he saavuttivat n. 1 milj. skr säästöt 3 vuodessa käyttäessään pölynsidontaan bitumiemulsiota suolan sijaan, tosin heidän normaalisti käyttämänsä suolamäärä on kolminkertainen Suomessa käytettyyn verrattuna.

Ensimmäisen kesän tulosten valossa bitumiemulsiolla tapahtuva pölynsidonnan kannattavuudesta ei voi tehdä johtopäätöksiä. Huomiota tulisi kuitenkin kiinnittää yksinkertaisten, varmojen ja edullisten työmenetelmien kehittämiseen. Tässä projektissa pyrittiin saavuttamaan 10 cm tiivistetty käsittelysyvyys. Tällä käsittelysyvyydellä materiaalikustannukset muodostuvat kuitenkin niin suuriksi, että jatkossa tulisi pyrkiä noin 3 cm käsittelysyvyyteen.

Bitumiemulsiolla tapahtuva pölynsidonta tulisi keskittää teille, joilla ei esiinny vakavia routavaurioita. Mikäli tietä joudutaan routaheittojen takia työstämään, saattaa käsitellyn kulutuskerroksen ja käsittelemättömän kerroksen välillä tapahtua sekoittumista, jolloin käsittelyn vaikutus heikkenee. Kertaalleen käsitellyn kulutuskerroksen työstön jälkeisessä tiivistymisessä voi myös esiintyä ongelmia.

Kuntotasoseuranta

Pihkainmäki - Itä-Karttula, mt 5516

LIITE 1/1

Koeosuuden paalulukema ja numero	Käytetty emulsio ja suhde	osuuden pituus -suojaisuus -pystygeometria	Viikko nro: Tien pinta: 1=kuiva 2=märkä	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
				1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	2
6417-6754 oikea 1	Bie-P1KOE 1,0 %	337 m	Pölyävyys	3	5	3	5	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	5	3	3	5
		suoj. = a	Kiinteys	4	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3
		pystyg. = t	Tasaisuus	5	5	4	3	3	2	2	2	3	3	2	2	1	1	2	1	2	2	2
6075-6417 oikea 2	Bie-K0 1,5 %	342 m	Pölyävyys	3	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	3	5	3	4	5
		suoj. = a	Kiinteys	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3
		pystyg. = t	Tasaisuus	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	1	2	1	2	1	2
5833-6075 oikea 3	Bie-K0 2,0 %	242 m	Pölyävyys	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
		suoj. = s	Kiinteys	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4
		pystyg. = m	Tasaisuus	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
5734-6075 vasen 4	Bie-P1KOE 2,0 %	341 m	Pölyävyys	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
		suoj. = s	Kiinteys	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	3	3	4	3	4
		pystyg. = m	Tasaisuus	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4
6075-6417 vasen 5	Bie-P1KOE 1,5 %	342 m	Pölyävyys	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	3	5	3	4	5
		suoj. = a	Kiinteys	4	5	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	2	3	3	2	3
		pystyg. = t	Tasaisuus	5	5	4	4	4	3	3	4	3	3	3	2	2	1	2	1	2	1	2
6417-6754 vasen 6	Bie-P1KOE 1,0 %	337 m	Pölyävyys	5	5	3	5	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	5	3	3	5
		suoj. = a	Kiinteys	4	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3
		pystyg. = t	Tasaisuus	5	5	4	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	1	2	1	2	2	2
4965-5365 oik./vas. referenssi	CaCl ₂	400 m	Pölyävyys	-	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	5	3	5	5	3	4	5
		suoj. = a	Kiinteys	-	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	2	3	3
		pystyg. = t	Tasaisuus	-	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3

s = suojaisa, a = aukea
t = tasainen, m = mäkinen

Tehdyt kunnossapitotoimenpiteet:

Referenssi: 28.7.1997 Tasaus, tiehöylä Rg17
24.8.1997 Tasaus, tiehöylä Rg17
8.9.1997 Tasaus, tiehöylä Rg17
26.9.1997 Tasaus, tiehöylä Rg17

Koeosuudet: 1% 28.7.1997 Irtonaisen karheen tasaus, tiehöylä Rg17
8.9.1997 Irtonaisen murskeen siirto ajaradalle ja tasaus, tiehöylä Rg17

1,5% 28.7.1997 Osittainen tasaus, tiehöylä Rg17
8.9.1997 Irtonaisen murskeen siirto ajaradalle ja tasaus, tiehöylä Rg17

2,0% 28.7.1997 Osittainen tasaus, tiehöylä Rg17
8.9.1997 Tasaus, tiehöylä Rg17

Kuntotaseuranta
Pohjainvesi, pt 16005

LIITE 1/2

Koeosuuden paalulukema ja numero	Käytetty emulsio ja suhde	osuuden pituus -suojaisuus -pystygeometria	Viikko nro: Tien pinta: 1=kuiva 2=märkä	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
				1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	2
82-1062 vas/oik 7	Bie-P1KOE 1,0 %	980 m	Pölyävyys	-	5	3	5	3	4	3	3	5	3	3	3	3	5	3	5	3	2	5
		suoj. = s	Kiinteys	-	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		pystyg. = m	Tasaisuus	-	5	5	4	5	4	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3
1062-1462 vas/oik 8	Bie-P1KOE 1,5 %	400 m	Pölyävyys	-	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	3	5	3	3	5
		suoj. = a	Kiinteys	-	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3
		pystyg. = t	Tasaisuus	-	4	5	5	5	5	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3
1462-1807 vas/oik 9	Bie-P1KOE 2,0 %	341 m	Pölyävyys	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		suoj. = a	Kiinteys	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5
		pystyg. = t	Tasaisuus	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4
2162-2732 vas/oik referenssi	CaCl ₂	570 m	Pölyävyys	-	5	4	5	4	5	4	3	5	4	4	2	4	5	3	5	3	3	5
		suoj. = a	Kiinteys	-	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3
		pystyg. = t	Tasaisuus	-	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3

s = suojaisa, a = aukea

t = tasainen, m = mäkinen

Tehdyt kunnossapitotoimenpiteet

Referenssi: 31.7.1997 Tasaus, tiehöylä Rg17

18.9.1997 Tasaus, tiehöylä Rg17

Koeosuudet: 1% 16.7.1997 Routavaurioiden korjaus, Kuorma-auto+alusterä

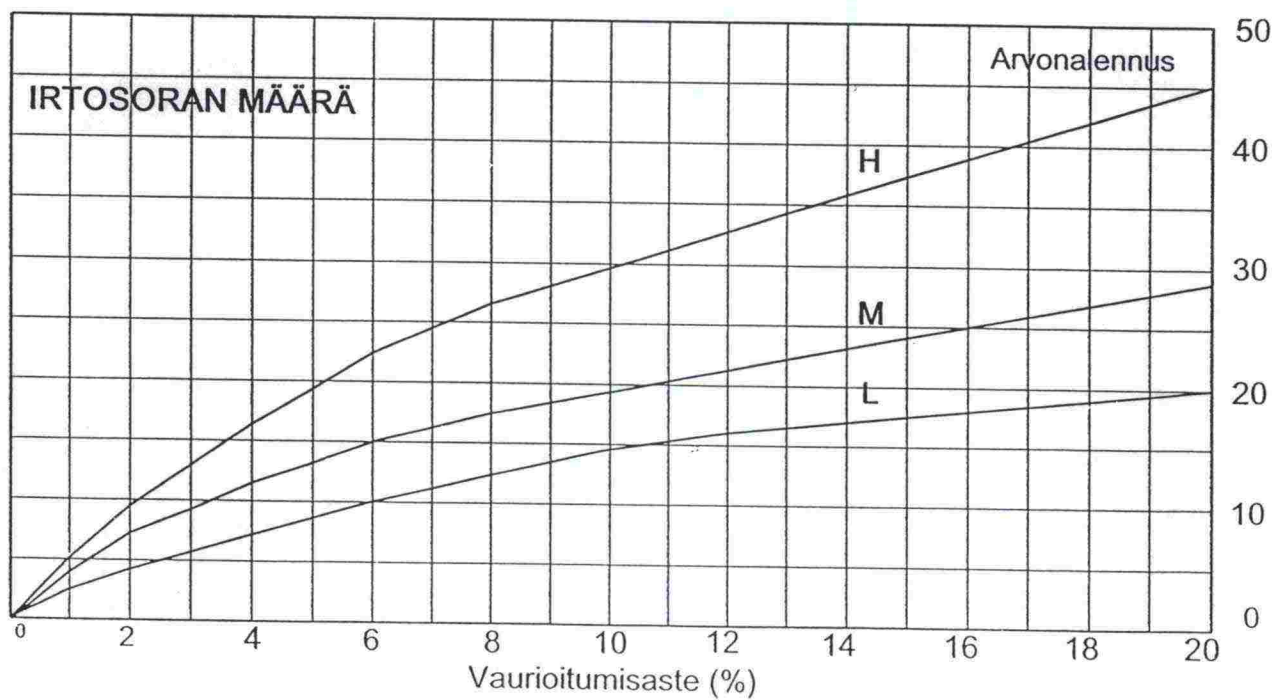
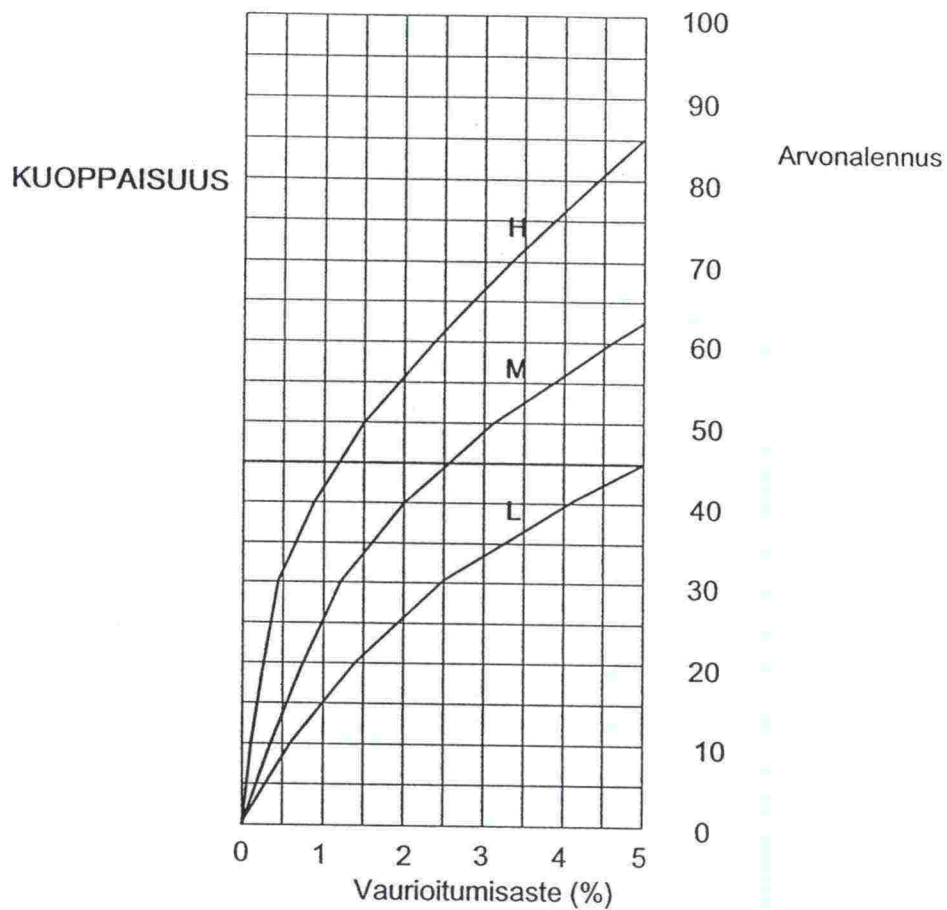
18.9.1997 Tasaus, tiehöylä Rg17

1,5% 18.9.1997 Tasaus, tiehöylä Rg17

2,0% Ei toimenpiteitä.

Kuntoindeksikäyrät

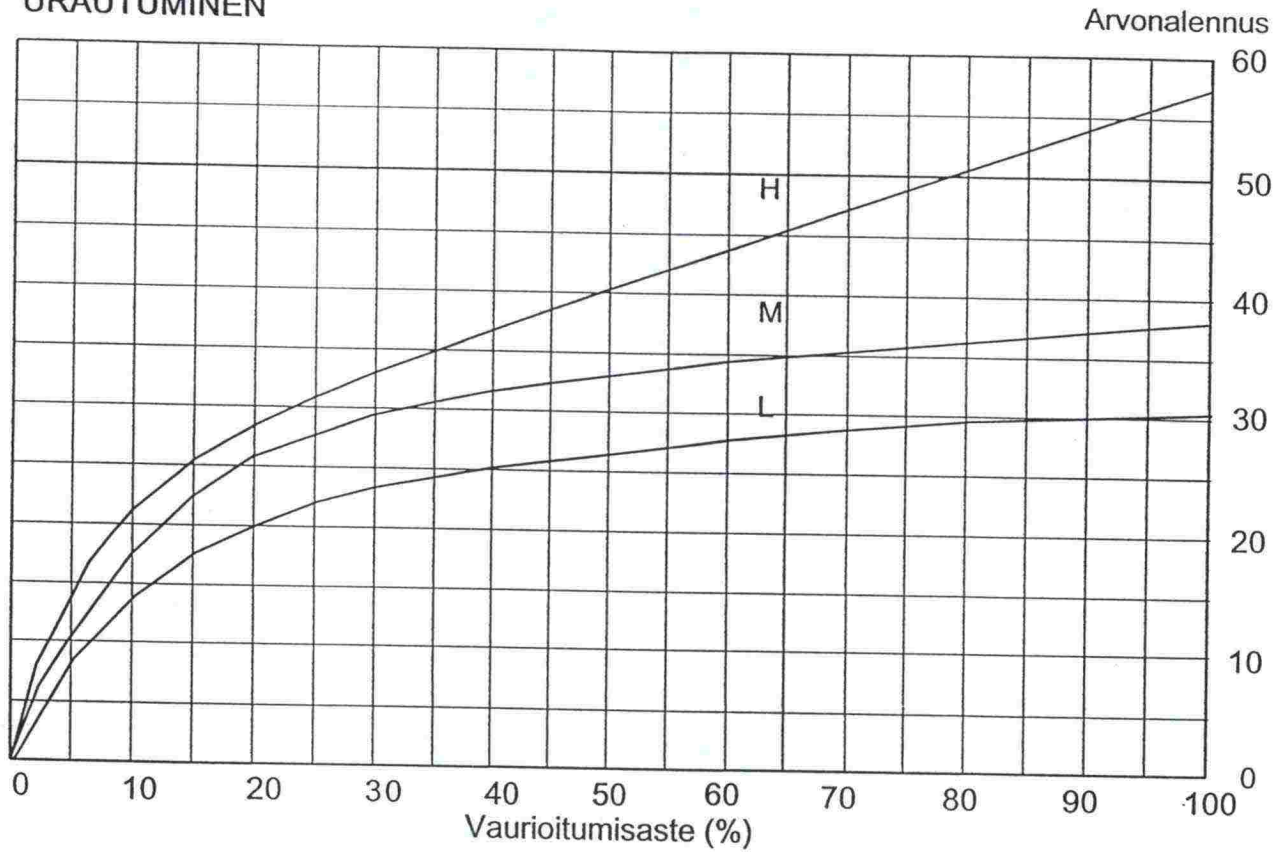
LIITE 2/1



Kuntoindeksikäyrästöt

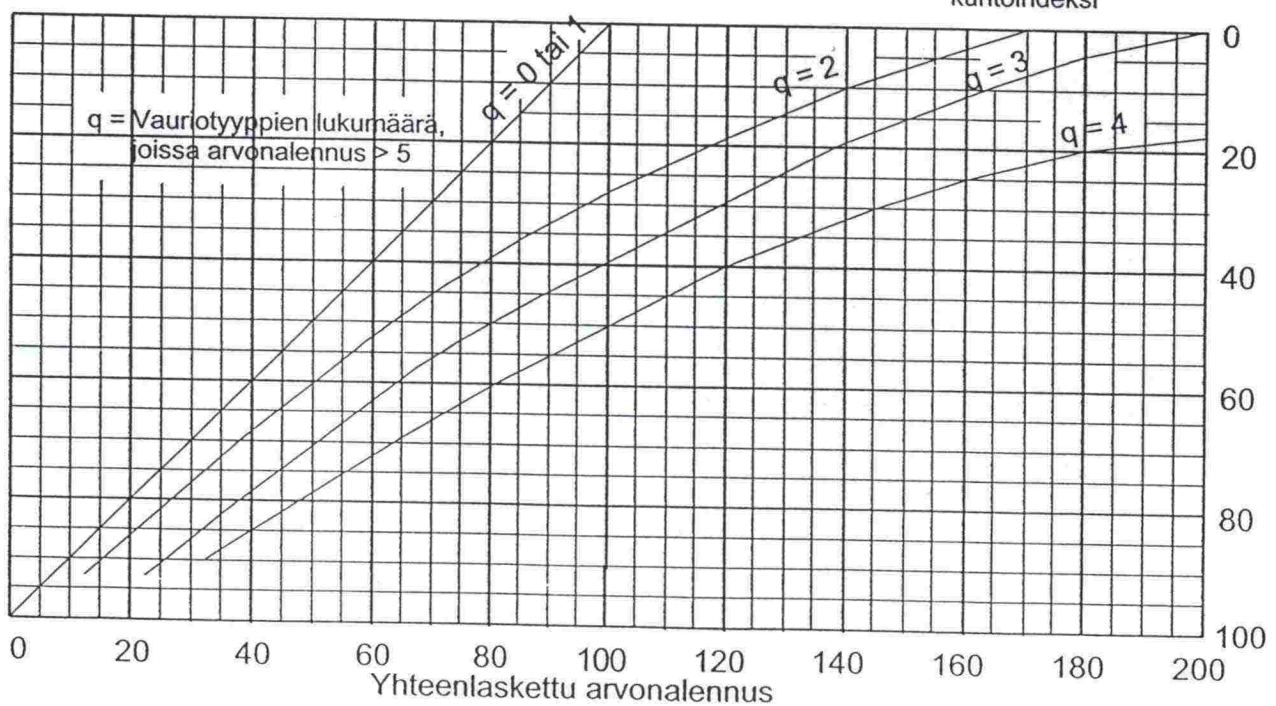
LIITE 2/2

URAUTUMINEN



KUNTOINDEKSI

Kulutuskerroksen
kuntoindeksi



Kuivaseulontatulokset

LIITE 3/1

Pihkainmäki - Itä-Karttula, mt 5516

	BIE-0L		BIE-0L		BIE-0L		BIE/V1500		BIE/V1500		BIE/V1500		BIE-EKB	
	bit-% 2		bit-% 3		laim.40%, bit-% 2		bit-% 2		bit-% 3		laim.40%, bit-% 2		bit-% 2	
	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J
20 mm										98,7		99,4		
16 mm	96,6	96,6	97,9	98	95,2	94,9	97,2	95,9	97	94,5	95,7	94,3	95,8	94,5
12 mm	90,4	89,6	92	91,5	89,4	88,7	90,3	86,6	89,3	83,3	87,6	83,1	88,8	88
8 mm	80,8	79,3	81,3	79,3	78,8	76,2	78,8	67,9	78,8	60,8	75,7	60,8	78,8	78,2
6 mm	75,7	72,6	74,3	70,6	72,2	68,1	73	59,3	72,1	48,2	70,4	49,6	73,2	71,9
4 mm	68,2	63,9	65,3	59,4	64,3	58,6	65	47,2	64,2	34,3	62,8	37,7	65,5	64,2
2 mm	54,9	47,9	51,2	40	51,1	40,4	51,4	31,6	50,3	17,7	49,5	24	52,6	49,9
1 mm	44,2	37	40,5	27,6	41,3	29,9	41,3	21,9	40	10,2	39,4	16,4	42,9	39
0.5 mm	31,2	25,9	28,4	18,5	29,3	21	29,6	13,3	28,1	5,7	27,9	10,3	30,5	26
0.25 mm	21,7	17,2	19,7	12,7	20,1	14,8	20,3	8,7	18,9	3,6	19,3	6,5	20,9	13,8
0.125mm	13,6	10,3	12,2	7,7	12,4	9,3	12,8	5,3	12	2,2	11,9	3,7	13,2	7,5
0.063mm	7,9	4,3	5,4	2,2	4,3	4	5,5	2,1	5,3	0,8	4,8	1,7	6,3	3,8

	BIE-K0		BIE/V1500 &FLUX		BIE/V1500 &FLUX		BIE/V1500 &FLUX		BIE-P1KOE		BIE-P1KOE		BIE-P1KOE	
	bit-% 2		bit-% 2		bit-% 3		laim.40% bit-% 2		bit-% 1		bit-% 1.5		bit-% 2	
	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J	läp.-%	läp.-% J
20 mm														
16 mm	97,2	96,9	98,1	97,7	97,2	96,3	97,4	97,3	95,4	94,7	98,1	97,1	95,9	94,4
12 mm	88,7	88,1	91,4	91	92,9	88,6	90,5	89,8	88,8	88,2	90,5	88,7	90,6	88,6
8 mm	77,5	76,2	79,5	76,4	81,8	67,3	79,9	75,7	77,6	76,3	78,4	73,9	79	72
6 mm	71,8	69,6	73,7	67,2	75	53,2	74,1	65,4	72,1	69,2	72,7	65	73,8	62,5
4 mm	63,5	59,8	65	54,2	67	36,9	65,9	49,5	64,5	58,8	65,2	53,6	66,1	49,6
2 mm	50,3	42,6	51,1	35	53,1	19,4	52,7	31	51,2	42,4	52,1	36,9	52,8	30,3
1 mm	40	31,4	40,6	21,9	42,6	10,8	42,4	20,5	41,3	30,6	42,2	25,8	42,9	19,1
0.5 mm	28,3	20,8	28,3	10,7	30,3	4,4	30,6	11,1	29,5	18,6	29,9	15,1	30,4	10,2
0.25 mm	19,5	14,1	19,5	4,9	20,9	1,4	21,1	5,2	20	11,3	20,8	9,3	20,9	6
0.125	12,2	8,7	12,1	1,5	12,7	0,2	13,1	0,8	12,2	6,2	12,6	5,1	12,8	3,3
0.063	5,2	2,9	5,2	0	4,7	0	5,5	0	4,9	1,4	5,1	1,6	4,7	1,2

Kuivaseulontatulokset

LIITE 3/2

Pohjainvesi, pt 16005

	BIE-0L		BIE-0L		BIE-0L		BIE/V1500		BIE/V1500	
	bit-% 2		bit-% 3		laim.40%, bit-% 2		bit-% 2		bit-% 3	
	läp.-% E	läp.-% J	läp.-% E	läp.-% J	läp.-% E	läp.-% J	läp.-% E	läp.-% J	läp.-% E	läp.-% J
20 mm						99		99,5		98
16 mm	99,1	99,1	99	97,6	100	97,4	98,7	98	99,7	95,7
12 mm	96,2	96	95,1	92,5	96,7	93,6	96,9	95,3	97,1	89,2
8 mm	89,7	88,8	88,6	83,7	91	86	90,2	84,1	88,9	69,1
6 mm	85,4	83,1	83,8	76,5	86,9	80,1	85,7	74,9	84,6	57,6
4 mm	79,2	74,4	78,1	68,1	81,5	72,7	80,2	63,3	78,5	45,5
2 mm	67,2	59,6	65,5	52,6	69,1	56,8	67,5	45,6	66,1	29,2
1 mm	54,6	47,3	52,7	39,9	56,1	44,2	54,5	32,1	53,4	18,4
0.5 mm	38,2	32,2	36,2	26,7	39,1	31,1	37,9	18,1	36,7	10
0.25 mm	26,3	21,8	25	18,3	26,6	21,8	26,1	11,2	25,4	6
0.125 mm	16,6	13,6	16,3	11,3	16,8	13,9	16,5	6,8	16,4	3,6
0.063 mm	6,6	5,3	7,1	3,6	6,3	6,6	7,6	2,7	6,5	1,3

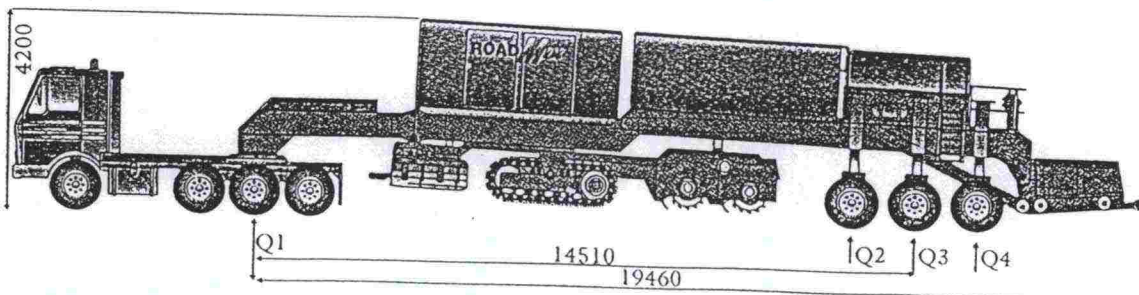
	BIE-K0		BIE/V1500 &FLUX		BIE/V1500 &FLUX	
	bit-% 2		bit-% 2		bit-% 3	
	läp.-% E	läp.-% J	läp.-% E	läp.-% J	läp.-% E	läp.-% J
20 mm						
16 mm	99,2	98,6	99,6	99,6	99,3	99,3
12 mm	94,3	94,9	96,1	96,2	94,9	92,8
8 mm	87,3	86,5	89	88,2	87,8	74,8
6 mm	83,9	81,8	85,7	82,6	83,8	62,9
4 mm	78,2	74,3	79,9	74,1	78	48
2 mm	66,7	59,8	67,5	58,7	66,5	30,7
1 mm	54,2	46,7	54,7	42,6	53,7	19,9
0.5 mm	37,6	31,1	37,9	22,5	37,5	9,4
0.25 mm	25,7	21,2	25,7	11,9	25,9	4,2
0.125 mm	16,4	13,5	16,1	4,7	16,5	1,1
0.063 mm	6,8	5,8	6,3	0,3	5,8	0,1

RoadMix KM3000RS, tekninen erittely

LIITE 4

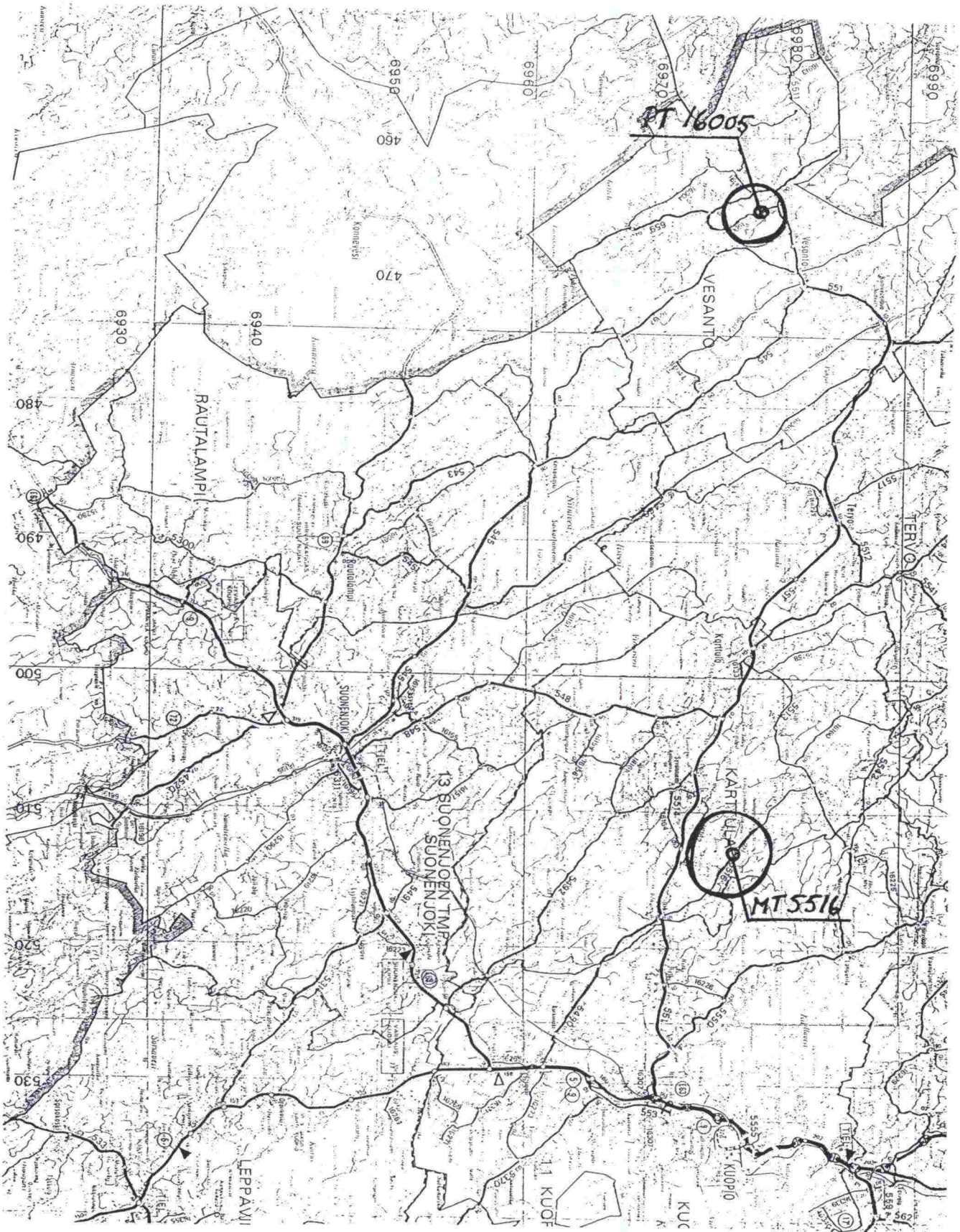
TEKNINEN ERITTELY	
MOOTTORI	
Valmistaja:	Detroit Diesel
Tyyppi:	8163 - 7405
Teho:	800 kW / 1090 hv
Jäähdytys:	vesijäähdytin / puhallin
NOPEUS	
Työstönopeus:	0 - 16 m/min
Ajonopeus:	0 - 5 km/h
Hinausnopeus:	50 km/h
SÄILIÖIDEN VETOISUUDET	
Sidosainesäiliö:	14 800 l
Polttoainesäiliö:	2 780 l
Hydrauliikkasäiliö:	1 200 l
JYRSINYKSIKKÖ	
Työstöleveys:	2 850 - 4 500 mm
Jyrsintäsyvyys:	0 - 280 mm
Rummun halkaisija:	970 mm
TIIVISTYSLANA	
Tyyppi:	KAV 25 - 46
Työstöleveys:	2 850 - 4 500 mm
VOIMANSIIRTO	
Kaikilta osin hydraulinen	
SIDEAINESÄILIÖ	
Rakenne:	Eristetty
Täyttöpumppu:	750 l/min
Annostelupumppu:	50 l/min (pieni) 300 l/min (suuri)
SEKOITIN	
Rakenne:	Kaksi akselinen, jatkuvatoiminen
Pituus:	2 200 mm
Leveys:	1 690 mm
Kapasiteetti:	400 t/h
PAINO	
Kuljetuspaino:	66 t
Työskentelypaino:	83 t

Kuljetuspaino: Q1 = 25,0 t
 Q2 = 13,7 t
 Q3 = 13,7 t
 Q4 = 13,7 t
 yht. n.66t



Koeosuuksien sijainti

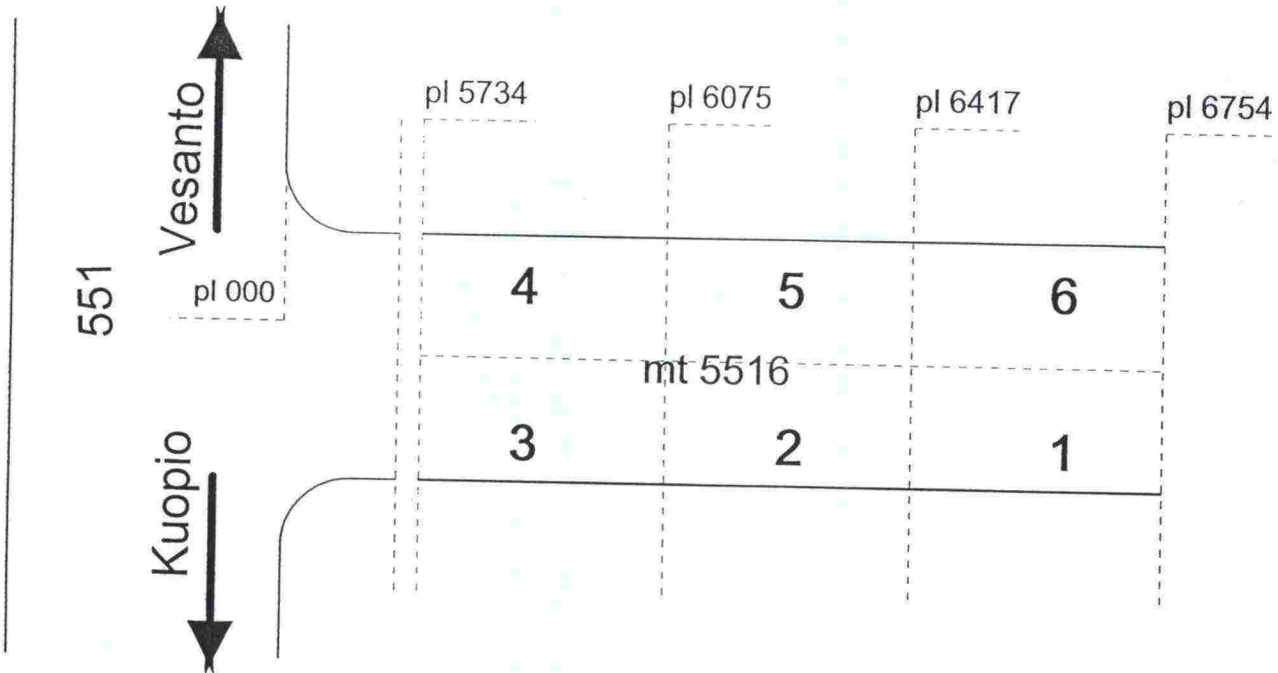
LIITE 5



Keosuudet

LIITE 6

Itä-Karttula



Pohjainvesi

